

L'astronomie dans le monde

Vallées martiennes

Communiqué UC Santa Cruz

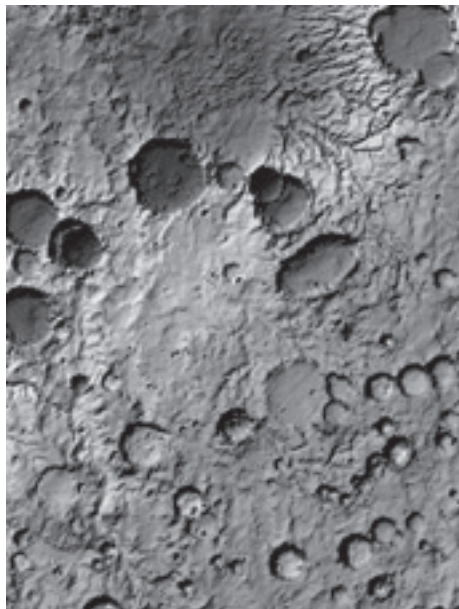
Une étude récente suggère que d'anciens reliefs de la surface martienne, des réseaux de vallées, ont été taillés par des inondations répétées au cours d'une longue période alors

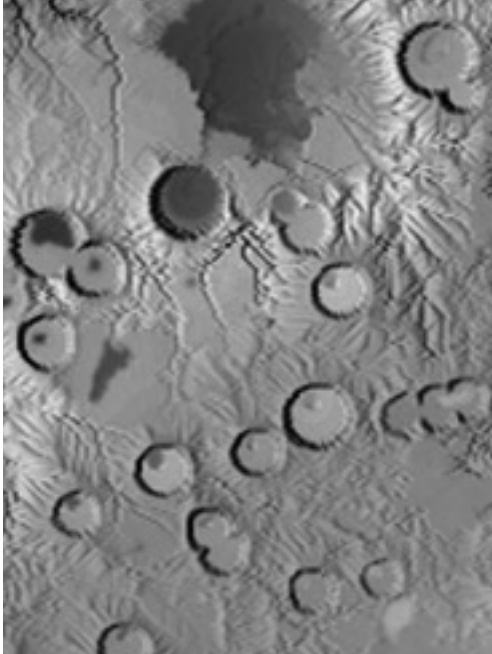
que le climat de la planète rouge devait être semblable à celui des régions arides ou semi-arides de la Terre. Une théorie selon laquelle les vallées résulteraient de déluges catastrophiques en un temps court est contredite par les nouveaux résultats.

Durant plusieurs décennies, les astronomes ont cherché à savoir s'il avait jamais plu sur Mars. Ce n'est qu'au cours des dernières années que des images à haute résolution obtenues par les sondes spatiales ont révélé les traces d'érosion massive dues à des précipitations et des écoulements.

Les réseaux de vallées semblent avoir été creusés il y a plus de 3,5 milliards d'années. Des modèles climatiques ont suggéré que des événements catastrophiques tels que l'impact de gros astéroïdes avaient pu créer des conditions de chaleur et d'humidité capables de provoquer des déluges durant plusieurs centaines d'années.

Des réseaux de vallées faisant penser à des rivières sillonnent la surface de Mars, comme dans cette image de Parana Valles traversant une région de la taille de la Californie. Les images de la page suivante montrent le résultat de simulations numériques de l'érosion sous différentes conditions climatiques.
(© C. Barnhart).





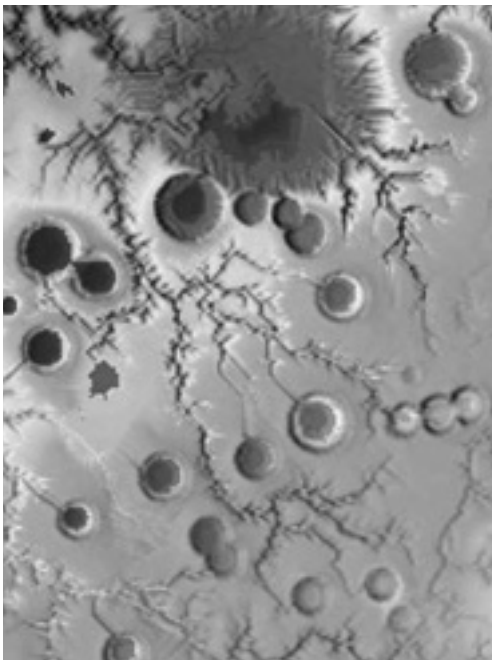
Un climat semblable à celui des déserts terrestres, avec une succession de déluges et de longues sécheresses, reproduit les réseaux de vallées (image du haut). Un autre scénario avec de violents déluges en succession rapide produits des reliefs que l'on ne voit pas sur Mars, par exemple des brèches dans les flancs des cratères (image du bas)
(© C. Barnhart).

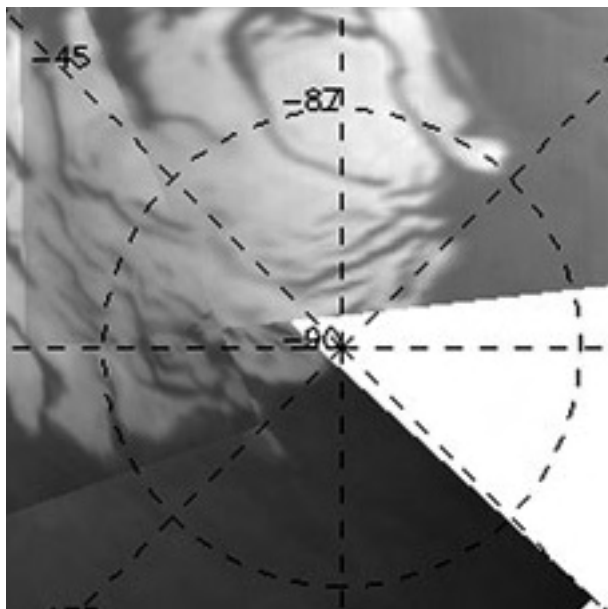
La nouvelle étude montre donc que les précipitations ont dû être périodiques, laissant le temps à l'eau de s'infiltrer et de s'évaporer pour que les cratères ne débordent pas et que leurs flancs ne se rompent pas. Ce scénario a perduré pendant au moins dix mille ans.

La calotte polaire de Mars

Mars, comme la Terre, a des calottes polaires. La différence est qu'elles sont faites de glace carbonique en plus de la glace d'eau ordinaire. Un petit problème concernant la calotte australe a longtemps intrigué les astronomes. Alors qu'en hiver cette calotte est bien centrée sur le pôle sud, en été, la calotte résiduelle est excentrée de 3 à 4 degrés.

L'explication est maintenant bien établie grâce à la sonde européenne Mars Express et elle réside dans la circulation atmosphérique de la planète. Les vents violents soufflent vers l'est aux latitudes tempérées. Ils rencontrent l'immense bassin Hellas qui avec son diamètre de 2 300 km et sa profondeur de 7 km les perturbe et génère des ondes (analogues des ondes dites de Rossby dans l'atmosphère terrestre). Ces ondes redirigent les vents d'altitude vers le pôle sud et y forment deux zones de basse et haute pression. La température de la zone de basse pression y est souvent inférieure au point de condensation du gaz carbonique, de sorte que celui-ci se





*Mosaïque d'images prises avec le Visible and Infrared Mineralogical Mapping Spectrometer, OMEGA de Mars Express. On y voit la calotte australe résiduelle à la fin de l'été. Elle est asymétrique, avec son centre à 3° du pôle géographique.
(© ESA/ F. Altieri, IFSI-INAf et le team OMEGA)*

condense souvent sous forme de neige. Dans la zone de haute pression, la température est plus élevée et ne permet que la formation de givre carbonique.

Ces différences de nature entraînent des vitesses de sublimations différentes. La neige étant plus stable, la zone où elle s'est déposée résiste mieux à l'arrivée du beau temps et constitue le dernier bastion de la calotte polaire ... à côté du pôle.

Neige martienne

Phoenix a détecté de la neige tombant de nuages élevés et se vaporisant avant d'atteindre la surface.

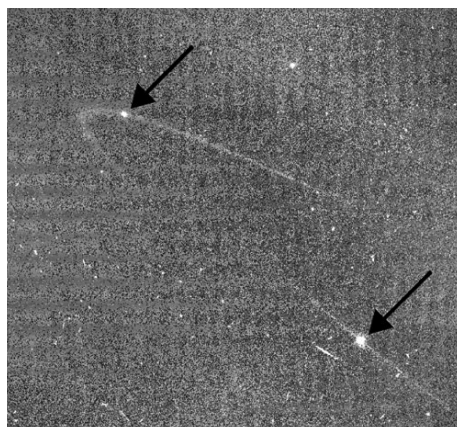
La sonde confirme la présence de carbonates dans le sol, un signe de plus de l'importance de l'eau sur la Planète Rouge.

*Les satellites de Saturne Anthé (à gauche) et Méthone au coeur d'anneaux incomplets. Image obtenue par Cassini.
(© NASA/JPL/Space Science Institute)*

Arcs de Saturne

La sonde Cassini a découvert un faible arc lumineux accompagnant une petite lune de Saturne, et a confirmé la présence d'un autre arc similaire près d'une autre lune. Ceci semble confirmer que la plupart des petites lunes proches de la planète se trouvent au sein d'anneaux, partiels ou entiers.

Les deux petites lunes en question, Anthé et Méthone, se trouvent dans des ré-



gions de résonance gravitationnelle de la grosse lune Mimas. L'influence de celle-ci provoque un mouvement de va-et-vient de petites lunes le long d'un arc de leur orbite. Ces arcs coïncident précisément avec ceux observés par Cassini, prouvant la relation de cause à effet. On pense que la matière éjectée peu à peu des lunes par l'impact incessant de micrométéorites reste confinée dans les arcs par l'influence de Mimas.

On connaît d'autres cas de lunes associées à de fins anneaux, par exemple Pan, Janus, Epiméthée et Pallène. Ces anneaux sont complets car l'influence gravitationnelle n'est pas suffisante pour confiner la matière en arcs. Cassini a aussi observé un arc dans l'anneau G qui doit également son existence à l'influence de Mimas.

Encelade

Le 11 août dernier, les ingénieurs de la NASA ont réussi à pointer avec précision les objectifs de la sonde Cassini sur les sources des geysers de glaces à la surface de la lune de Saturne Encelade.

Les images ainsi obtenues montrent avec force détails les fractures des régions polaires sud d'où proviennent les jets. On constate que ces fractures font environ 300 mètres de profondeur et ont une section en V. Sur les flancs de certaines de ces vallées on peut voir des dépôts de matière fine. Des blocs de glace gros comme des maisons entourent les fractures.

Les scientifiques étudient maintenant la nature et l'intensité des jets. Ces informations, couplées avec les observations d'autres instruments de Cassini devraient permettre de décider si des poches d'eau liquide existent sous la surface d'Encelade.

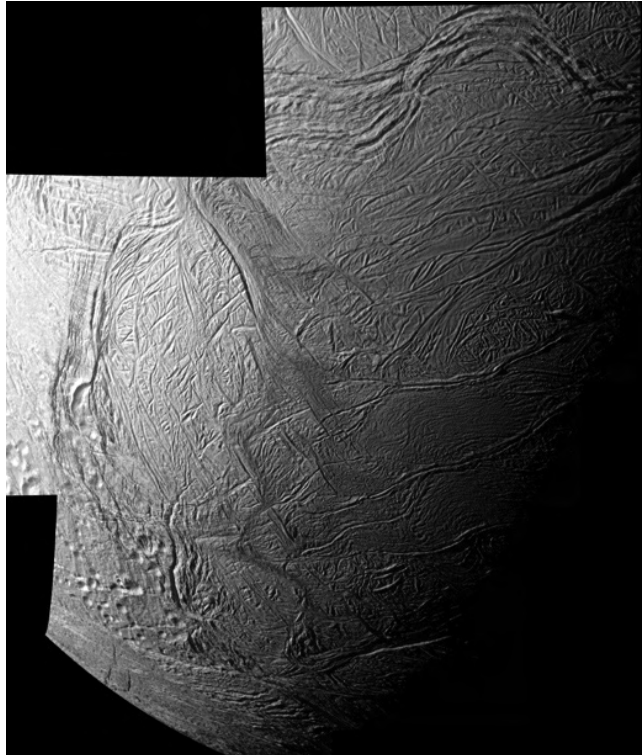
Pour obtenir les images à haute résolution alors que Cassini survolait Encelade à la vitesse vertigineuse de 64 000 km/h, les techniciens ont dû affiner leur façon de procéder. Il fallait

faire tourner le vaisseau et la caméra à toute vitesse pour suivre la position attendue de la cible. C'est, en plus difficile, l'équivalent de photographier au téléobjectif un signe au bord d'une route à partir d'une voiture de course.

On voit des retombées de particules de glace le long de certaines fractures, pas uniquement auprès de sources. Il est donc probable que ces sources s'arrêtent et que d'autres apparaissent de temps à autre. Les conduits par lesquels passe la vapeur finissent sans doute par se boucher par suite de la condensation des glaces.

Le 9 octobre, Cassini devait passer encore plus près de la surface d'Encelade (25 km) et peu après, le 31 octobre, à 196 km.

*Cette mosaïque combine des images d'Encelade prises le 11 août en plusieurs filtres depuis l'infrarouge jusqu'aux UV.
(© NASA/JPL/Space Science Institute)*



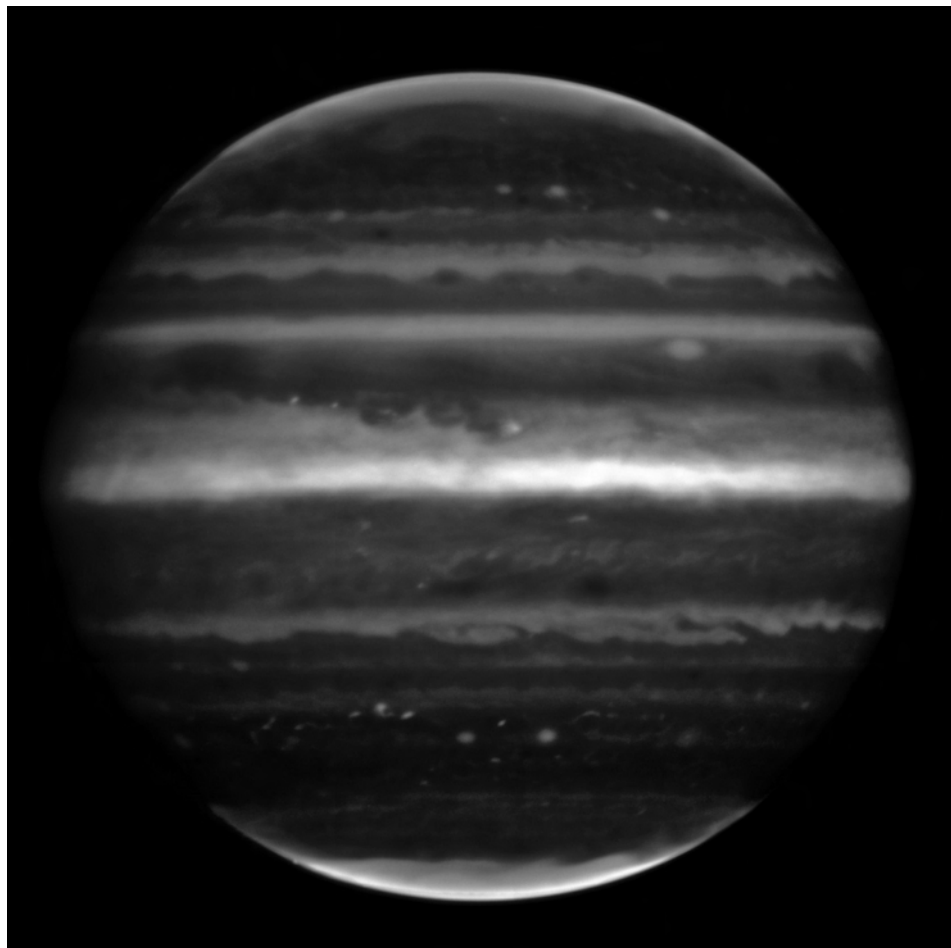
Jupiter

L'utilisation d'une technique avancée (MAD) d'optique adaptative sur le VLT de l'ESO a permis d'obtenir les meilleures images de Jupiter depuis le sol.

Image de Jupiter prise le 17 août avec la caméra Multi-Conjugate Adaptive Optics Demonstrator (MAD) du VLT de l'ESO aux longueurs d'onde infrarouges de 2, 2,14 et 2.16 microns qui montrent les brumes d'altitude. La résolution est de 90 milli-arcsecondes. (©ESO/F. Marchis, M. Wong, E. Marchetti, P. Amico, S. Tordo)

Un nom pour une nouvelle planète pygmée

L'Union Astronomique Internationale a annoncé qu'elle qualifiait la petite planète 2003 EL61 de « planète naine ». Celle-ci s'appellera désormais Hauméa et rejoint les quatre autres naines Cérès, Pluton, Éris et Makémaké dans les cahiers de l'UAI. Hauméa est une curieuse planète située aux confins du système solaire, aussi grosse que Pluton mais très aplatie par sa rotation rapide. Hauméa a deux petites lunes, Hiiaka et Namaka.



KBO

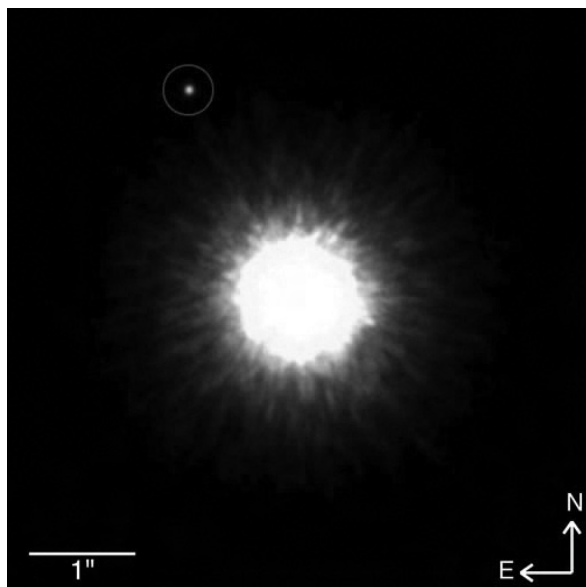
Certaines théories voyaient la ceinture de Kuiper peuplée d'objets d'autant plus nombreux qu'ils étaient petits. La recherche systématique d'occultations stellaires par des KBOs montre au contraire une sous-abondance des petites tailles (quelques kilomètres). Les petits KBOs se sont peut-être déjà agglomérés pour en former de gros, ou ils ont disparu, effrités par les collisions.

Photo d'une exoplanète

Jusqu'à présent, les seules planètes extrasolaires que l'on a pu photographier tournaient autour de naines brunes, dont l'éclat n'est pas assez aveuglant pour éblouir les caméras, ou flottaient librement dans l'espace.

Profitant d'une technique évoluée d'optique adaptative réduisant les effets de la tur-

Image de IRSX J160929.1-210524 et de son compagnon de 8 masses joviennes obtenue par le système d'optique adaptative Gemini Altair. (© Gemini Observatory)



bulence atmosphérique, le télescope Gemini North à Hawaii a maintenant permis de prendre des images d'un compagnon de l'étoile IRSX J160929.1-210524. Celle-ci se trouve à 500 années-lumière et est relativement semblable à notre Soleil, bien que beaucoup plus jeune. Des spectres ont été également obtenus qui confirment la nature du compagnon, une planète dont la masse fait huit fois celle de Jupiter et qui tourne à 330 unités astronomiques de son étoile. S'il était dans notre système solaire, l'Union Astronomique Internationale l'appellerait une planète naine. Heureusement, l'UAI n'a pas encore attaqué les exoplanètes.

L'existence d'une grosse planète si loin de son étoile constitue une énorme surprise, et pose un sérieux problème pour les modèles théoriques de formation des planètes et des étoiles. D'un autre côté il faut admettre que seules des planètes de ce type pouvaient être photographiées, ce qui ne pouvait qu'amener à découvrir l'oiseau rare.

Les caractéristiques de l'objet plaident fortement en faveur d'une planète orbitant autour de l'étoile, même si la possibilité d'un alignement chanceux des deux astres n'est pas a priori exclue. Une surveillance des mouvements propres au cours d'une ou deux années devrait confirmer ou infirmer cette association.

Disques protoplanétaires

Plus de 300 exoplanètes sont déjà connues. Elles affichent une étonnante diversité de caractères. Outre ces planètes, les astronomes étudient également les disques de matière entourant des étoiles jeunes, et où il est possible que se forment de nouvelles planètes. C'est un peu comme si l'on observait notre système solaire dans sa phase de formation, il y a quelque 4,6 milliards d'années.

Le spectrographe infrarouge CRIRES du VLT de l'ESO a été utilisé pour observer trois disques autour d'étoiles semblables au Soleil, et ce à l'aide d'une technique innovante dite de « spectro-astrométrie ». Ces disques ont ceci de particulier qu'ils sont connus pour avoir des lacunes, un peu comme les anneaux de Saturne, et qui dit lacunes dans un disque dit présence d'objets massifs, des planètes, dont l'influence perturbe la distribution de la matière. La résolution spatiale atteinte par cet instrument a permis de comparer la distribution du gaz et des poussières au travers des disques. On a ainsi pu découvrir que si les poussières sont absentes des lacunes, le gaz moléculaire y est présent. Cela confirmerait que les poussières se sont déjà agglomérées pour former des planètes.

Les trois systèmes en formation montrent des différences quant au nombre et à la taille des planètes ainsi qu'à leurs orbites. Ce genre d'observation sera complété avec une plus grande résolution et pour beaucoup plus de systèmes par le futur interféromètre géant ALMA.

Choc des mondes

L'étoile BD+20 307 dans Aries est une double serrée, entourée d'un disque anormalement massif de poussières. L'origine de ce nuage pourrait être la collision de deux planètes de type terrestre. Jusqu'à présent on ne connaissait pas de planètes autour de doubles serrées. On comprend peut-être mieux pourquoi.

NGC 1275

Le télescope spatial Hubble a trouvé la réponse à une vieille question en résolvant les filaments délicats façonnés par les champs magnétiques intenses autour de la galaxie active NGC 1275. C'est l'exemple le plus frappant de l'influence des immenses tentacules de champs magnétiques extragalactiques.

NGC 1275, l'une des plus proches elliptiques géantes, contient un trou noir supermassif. L'activité intense près du trou



noir projette des bulles de matière dans le gaz chauffé à des millions de degrés qui baigne l'amas de galaxie environnant. De longs filaments s'étendent au-delà de la galaxie dans ce gaz. Ils sont la seule manifestation dans le domaine visible des relations complexes entre le trou noir central et les gaz de l'amas.

Les images de Hubble ont permis de résoudre les tentacules en filaments individuels dont la masse atteint typiquement un million de fois celle du Soleil. Leur largeur est de l'ordre de 200 années-lumière et ils sont souvent rectilignes, s'étendant jusqu'à 20 mille années-lumière. Ces filaments se forment quand du gaz froid provenant du centre de la galaxie est entraîné par les bulles soufflées par le trou noir.



NGC1275 vue par Hubble
© NASA, ESA, the Hubble Heritage/STScI/
AURA-ESA/Hubble Collaboration

Les astronomes se sont longtemps demandé comment des structures aussi délicates pouvaient résister à l'environnement hostile de l'amas de galaxies pendant plus de cent millions d'années. Ils auraient dû être chauffés, évaporés et dispersés depuis longtemps, ou ils auraient dû retomber sous leur poids, se contracter et former des étoiles.

La nouvelle théorie est que les champs magnétiques maintiennent le gaz en place et résistent aux forces qui tendent à déformer les

filaments. Ce squelette est suffisamment fort pour empêcher la contraction gravifique.

Des filaments du même genre existent autour d'autres galaxies au centre d'amas plus lointains. En raison de leur distance on ne peut pas les étudier avec une résolution comparable à celle obtenue pour NGC1275. Les résultats de l'étude de cette dernière seront cependant bien utiles pour interpréter les observations de ces autres galaxies.

Galaxie magnétique

L'observation par le radio télescope GBT de l'effet Zeeman¹ produit par le champ magnétique d'une galaxie lointaine sur la lumière d'un quasar d'arrière-plan indique un champ dix fois plus fort que celui de notre Galaxie. Cela semble confirmer une autre analyse, publiée il y a quelques mois seulement, et selon laquelle les galaxies de l'univers jeune seraient très magnétiques, contrairement aux prédictions théoriques.

¹ L'effet Zeeman modifie de façon caractéristique le spectre des gaz soumis à un champ magnétique.

Le télescope GBT de Green Bank
(© NRAO/AUI/NSF)



Abell 1689

L'amas de galaxies Abell 1689 est si massif qu'il déforme les images des galaxies situées derrière lui par l'effet de lentille gravitationnelle. On voit ainsi tout un système d'arcs plus ou moins concentriques. Les estimations de masse basées sur cet effet sont en désaccord avec celles provenant de l'étude de l'émission X thermique du gaz porté à une centaine de millions de degrés dans lequel baigne l'amas. Une explication serait une

distribution particulière de galaxies proches de l'amas qui affecterait l'estimation de l'effet lentille.

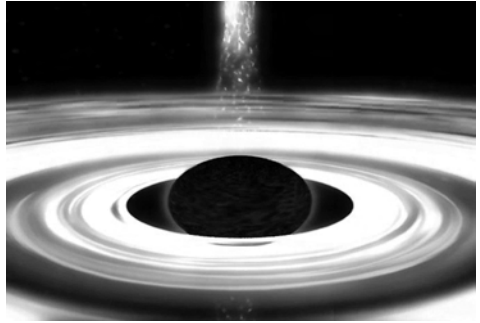
L'amas Abell 1689. Superposition des images X (le nuage diffus) et optique obtenues par les observatoires spatiaux Chandra et Hubble. (© en X : NASA/CXC/MIT/E.-H Peng et al. ; en optique : NASA/STScI)



Au bord d'un trou noir

Des astronomes ont obtenu la vue la plus rapprochée du trou noir géant au centre de la Galaxie (Sagittarius A*). En combinant des radiotélescopes à Hawaïi, en Arizona, et en Californie, ils ont détecté une structure d'une taille de 37 micro-arcsecondes – l'équivalent d'une balle de baseball vue à la distance de la Lune. Cette résolution nous amène pratiquement à l'« horizon des événements » du trou noir, la région de laquelle plus rien, même pas la lumière, ne peut s'échapper.

La technique de VLBI est habituellement utilisée à des longueurs d'onde d'au moins 3,5 mm. Cependant, l'émission de Sgr A* à la longueur d'onde de 1,3 mm est moins affectée par la diffusion du milieu interstellaire qu'aux plus grandes longueurs d'onde et l'adaptation de la technique a permis de gagner en sensibilité et en résolution spatiale. À la distance du trou noir, 37 micro-arcsecondes représentent environ 50 millions de kilomètres, la distance entre le Soleil et Mercure. Le rayon de Schwarzschild du trou noir est de l'ordre de 15 millions de kilomètres. On en est donc encore assez loin, même si l'on s'en rapproche considérablement, et on ne sait pas exactement ce qu'est la structure observée : une couronne brillante autour du trou noir, un point chaud



Trou noir imaginé par un artiste de la NASA

en orbite autour de lui, ou encore un jet de matière.

Le développement de cette technique, l'addition de stations supplémentaires, l'utilisation de longueurs d'onde encore plus petites devraient permettre d'aller de plus en plus près du trou noir, et de tester la théorie de la relativité générale.

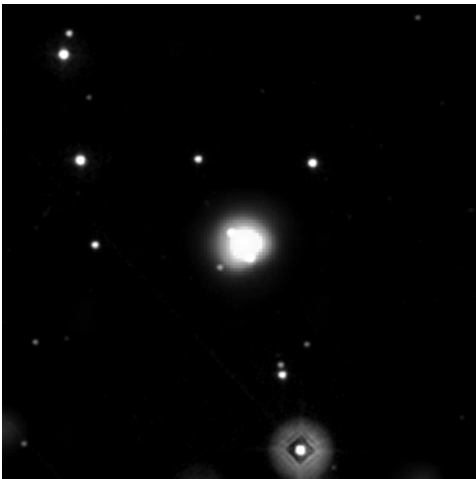
Sursaut Gamma record

GRB 080913 a explosé le 13 septembre aux confins de l'univers visible, à la distance fabuleuse de 12,8 milliards d'années-lumière, dans l'Eridan. L'étoile dont il a sonné l'arrêt a donc été détruite quelque 800 millions d'années seulement après le Big Bang.

Les rayons gamma du sursaut avaient déclenché l'alerte : Swift établit rapidement la position du GRB et son télescope X commença les observations à peine deux minutes après l'événement.

Le télescope de 2 m 20 de La Silla a pris le coche en marche et a capturé l'astre dans plusieurs longueurs d'onde, alors qu'il faiblissait rapidement. Cette photométrie permet d'estimer le redshift et donc la distance.

*Le GRB 080913 vu par Swift. Composite d'images prises par les télescopes UV et visible (montrant les étoiles) et X (le GRB)
(© NASA/Swift/Stefan Immler)*

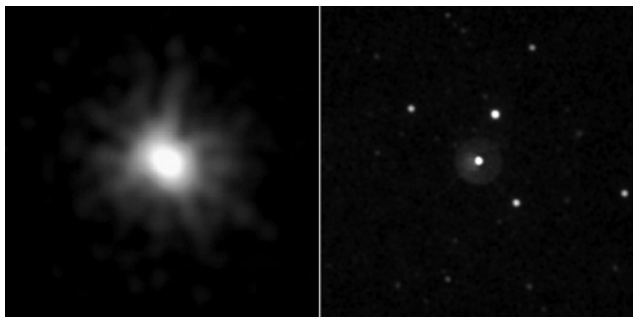
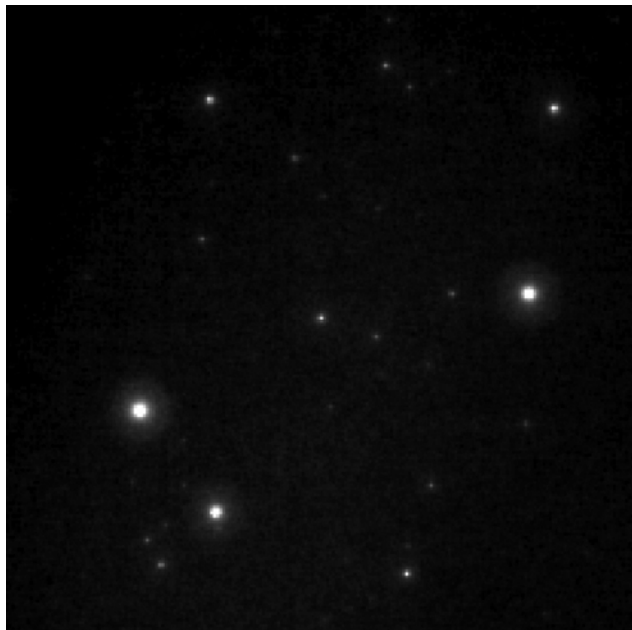


Une heure et demie plus tard le VLT prenait un spectre établissant le redshift exact (6,7) de l'un de objets les plus lointains connus. Le record pour les GRB était jusque-là de 6,29, plus proche de nous de 70 millions d'années-lumière.

GRB visible à l'oeil nu

Le 19 mars, un sursaut gamma (GRB 080319B) exceptionnel avait été détecté par le satellite Swift de la NASA. Sa courbe de lumière indique qu'il est brièvement devenu visible à l'œil nu (magnitude 5,3). L'événement a été suivi par une kyrielle de télescopes au sol et dans l'espace, ce qui a

GRB 080319B parmi les étoiles du Bouvier.
Cette image fait partie d'un film pris par l'équipe de « Pi of the Sky », un groupe polonais qui surveille le ciel dans le but de suivre les GRB et d'autres phénomènes transitoires.



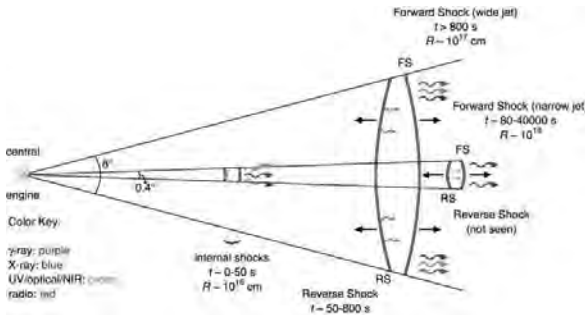
Immédiatement après l'explosion, les télescopes ultraviolet, optique et X de Swift avaient été saturés, laissant penser qu'une panne s'était produite. On s'aperçut rapidement qu'il s'agissait en fait d'un événement céleste exceptionnel.
(© NASA/Swift/Stefan Immler, et al.)

permis aux astronomes de dresser le portrait le plus complet à ce jour d'un GRB.

Personne ne scrutait à l'œil nu cette région du ciel durant les quelques secondes de l'explosion où l'astre a atteint la cinquième

magnitude. Par chance, des télescopes étudiaient l'évolution d'un GRB précédent qui avait explosé à une dizaine de degrés de là et, parmi eux, un télescope robotique à grand champ, TORTORA, fruit d'une collaboration entre le Chili, la Russie et l'Italie.

Les sursauts gamma sont les explosions les plus lumineuses de l'univers. La plupart ont lieu lorsque des étoiles massives tombent à court de carburant nucléaire. Le cœur de l'étoile s'effondre en donnant naissance à une étoile à neutrons ou à un trou noir, un processus encore mal compris qui s'accompagne de l'émission violente de jets de matière. Ces jets traversent les couches de l'étoile en train de s'effondrer et s'élan-



Un jet à deux composantes permet d'expliquer l'évolution du GRB 080319B.
(© Nature/Judith Racusin)

cent dans l'espace sous forme de matière et de rayonnement. Lorsque la Terre est prise dans l'axe d'un tel jet, comme dans le pinceau d'un projecteur, on peut observer un GRB à des distances considérables.

Le cas exceptionnel de GRB 080319B a appris aux astronomes que le jet dirigé vers la Terre était encore plus concentré que la normale. Il s'agissait en fait d'une composante centrale vingt fois plus étroite, de 0,4° d'ouverture seulement, et ultra-rapide.

Il est difficile de dire si les jets des autres GRB ont la même structure puisque l'étroitesse du faisceau central rend leur observation très rare. On peut au mieux espérer en voir un tous les dix ans.

Êta Carinae

Êta Carinae, l'étoile la plus brillante de la Galaxie, et sans doute la plus étudiée après le Soleil, révèle un nouveau secret. L'augmentation importante d'éclat qu'elle a montrée en 1843 semble résulter d'un type encore inconnu d'explosion stellaire, un phénomène moins ravageur qu'une supernova

normale, ne détruisant pas totalement l'étoile. Il est possible cependant que certaines explosions observées dans d'autres galaxies lors des surveys de supernovae lui soient reliées.

Êta Carinae (η Car) est une étoile massive, très chaude et variable, située à 7 500 années-lumière. Le nuage en expansion de gaz et de poussières produit par l'explosion de 1843 est connu sous le nom de « nébuleuse de l'Homunculus » tandis qu'une onde de choc plus rapide s'est développée jusqu'à de plus grandes distances et a fini par rattraper une faible enveloppe qui pourrait provenir d'une éruption antérieure qui se serait produite il y a environ 1 000 ans. La vitesse d'expansion des nouvelles éjections est de l'ordre de 650 km/s, soit beaucoup moins que pour les supernovae.

Ce sont des observations récentes réalisées avec le télescope de 8 m Gemini South et celui de 4 m (Blanco) du Cerro Tololo Inter-American Observatory au Chili qui ont révélé la présence de filaments



Vue d'artiste des nébuleuses entourant Êta Car. L'onde de choc de 1843 a rattrapé l'enveloppe éjectée il y a mille ans. Le gaz est échauffé et émet brillamment en rayons X.
(© Gemini Observatory artwork by Lynette Cook)

de gaz se déplaçant cinq fois plus rapidement que la matière de l'Homunculus et provenant de l'explosion de 1843. La masse trouvée dans l'Homunculus est déjà difficilement explicable par un vent stellaire extrême. La matière supplémentaire expulsée à grande vitesse impose de doubler l'estimation du bilan énergétique de l'explosion de 1843 et sonne le glas d'une telle hypothèse.

Il semble bien qu'il y ait eu une explosion en profondeur de l'étoile, avec une éjection des couches superficielles. Si cette interprétation est correcte les étoiles supermassives comme Éta Car subiraient d'importantes pertes de masse au cours d'explosions périodiques avant de se désintégrer complètement en laissant place à un trou noir.

On estime à 10 masses solaires la perte subie par Éta Car en 1843. Avec une masse initiale de peut-être 150 masses solaires, on voit que l'étoile ne peut pas répéter ce scénario de très nombreuses fois.

Les phénomènes analogues observés dans d'autres galaxies ont reçu le nom évocateur de « supernova imposters ». Des étoiles

supergéantes comme Éta Car deviennent tout à coup plus brillantes sans toutefois atteindre le niveau d'une supernova.

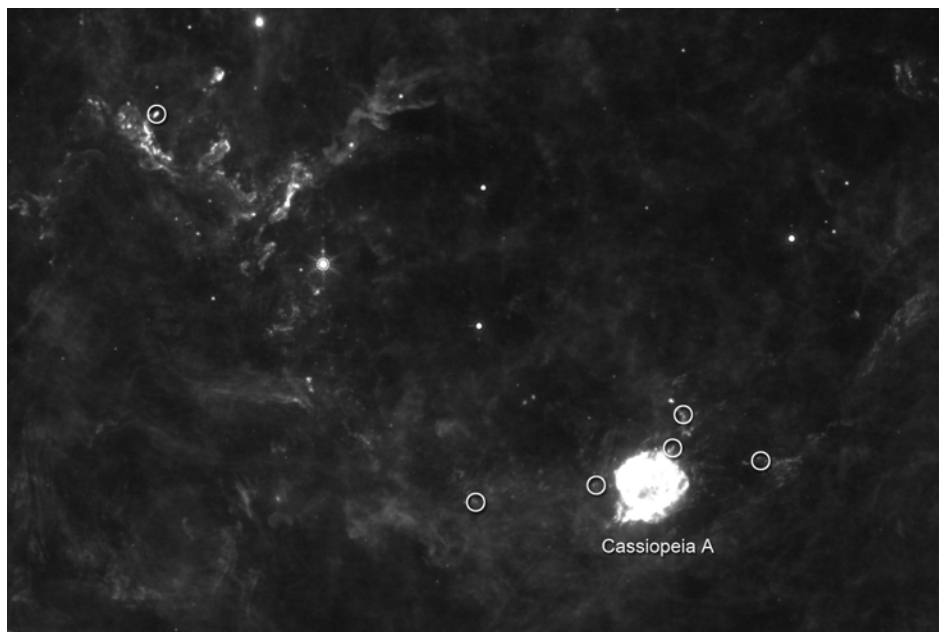
Les derniers épisodes de la vie des étoiles de plus de 30 masses solaires sont encore très mal connus. Le phénomène de supernova imposteur apporte un nouvel élément avec lequel les théoriciens devront compter.

Cas A

L'observatoire spatial infrarouge Spitzer a étudié des points chauds aux alentours des restes de la supernova Cas A. Il s'agit des échos de l'éclair émis par l'onde de choc lors de l'explosion de l'étoile au 17^e siècle. Ces échos sont produits sur des nuages de poussières situés 160 années-lumière plus loin que la supernova.

Le premier éclair lancé par la supernova produit six échos sur des nuages de poussières (cercles).

(© NASA/JPL-Caltech/E. Dwek & R. Arendt)



Étoile massive

Les modèles théoriques de formation stellaire proposent l'existence d'étoiles très massives pouvant atteindre jusqu'à 150 fois la masse de notre Soleil. Pourtant, jusqu'à tout récemment, aucune étude n'avait été en mesure de découvrir une étoile de plus de 83 masses solaires.

Les astronomes sont maintenant parvenus à peser une étoile d'un système binaire avec une masse 116 fois supérieure à celle du Soleil — son compagnon de 89 masses solaires n'étant pas en reste — battant doublement le record précédent et franchissant pour la première fois la barrière symbolique des 100 masses solaires.

Situé dans l'amas stellaire massif NGC 3603, le système d'étoiles super massives, qui répond au doux nom de A1, a une période de révolution de 3,77 jours. Le calcul des masses a été obtenu grâce à une combinaison d'observations faites avec l'instrument SINFONI, un

spectrographe à champ intégral opérant sur le très grand télescope (Very Large Telescope) sur le site de l'Organisation européenne pour la recherche astronomique dans l'hémisphère Sud (ESO) au Chili, et à des images dans le domaine de l'infrarouge provenant du télescope spatial Hubble.

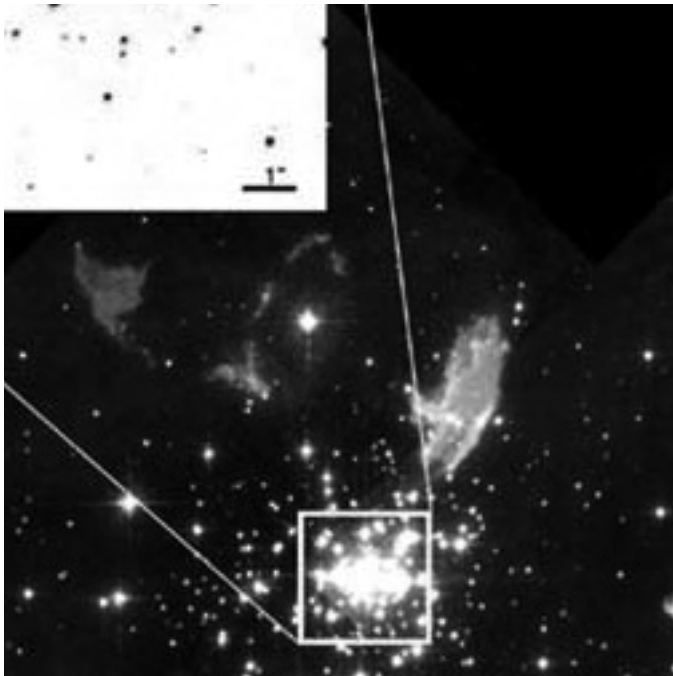
Les étoiles formant le système A1 sont si massives et brillantes que leurs émissions lumineuses offrent les caractéristiques que seules les étoiles dites « Wolf-Rayet » possèdent. Dans le cadre de ces travaux, un système binaire (noté C), émettant dans le domaine des rayons X à une puissance presque jamais vue dans notre Galaxie, a également été découvert à proximité de NGC 3603 A1.

NGC 3603 est une région HII géante, dans la constellation de la Carène, dans le bras de la Carène de notre Galaxie spirale, la Voie lactée, environ à 20 000 années-lumière du Soleil. Elle a été découverte par John Frederick William Herschel en 1834. NGC 3603 contient en son centre un amas ouvert,

comprenant approximativement 2 000 étoiles brillantes et massives.

Une étoile Wolf-Rayet est une étoile chaude, massive et évoluée, présentant un taux de perte de masse très élevé dû à un fort vent stellaire (semblable au vent solaire).

Image du jeune amas NGC 3603 prise par le télescope spatial Hubble et montrant la position de l'étoile double « A1 » contenant les deux étoiles les plus massives pesées jusqu'à présent dans la Galaxie. « B » et « C » sont probablement aussi des étoiles massives attendant la pesée. (© HST/Université de Montréal)



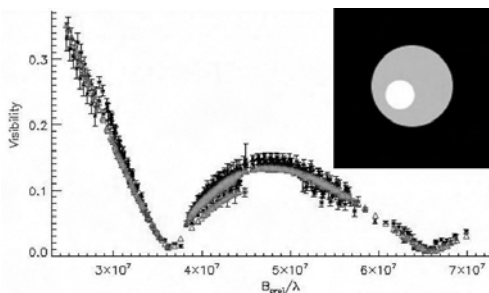
Taches sur Canopus

Basé sur un communiqué CNRS

La mesure du diamètre de Canopus avec une précision encore jamais atteinte et la détection de taches sur sa surface, ont été réalisées avec l'instrument AMBER installé au VLTI (Very Large Telescope Interferometer) de l'ESO au Paranal au Chili. Ces résultats permettent de mieux comprendre les phénomènes de convection pendant une phase de l'évolution stellaire encore mal connue : le passage du stade de supergéante rouge à celui de supergéante bleue et inversement.

Canopus a beau être la deuxième étoile la plus brillante du ciel nocturne après Sirius, de nombreuses zones d'ombre l'entourent. En effet, cette étoile dite de masse intermédiaire (environ 10 masses solaires) est déjà passée par la phase de sa vie durant laquelle la fusion de l'hydrogène en son cœur s'est terminée et la fusion de l'hélium a pris le relais. L'enveloppe constituée essentiellement d'hydrogène et entourant son cœur s'est étendue et donc refroidie durant la phase dite de supergéante rouge. Ensuite, comme de nombreuses étoiles de masse équivalente, la température de Canopus a fortement augmenté pour atteindre aujourd'hui plus de 7 000 °C et l'étoile est devenue une supergéante jaune. Par la suite, elle évoluera soit vers le stade de supergéante rouge soit vers celui de supergéante bleue. Cette phase dite de blue loop (car sa couleur se déplace du rouge vers le bleu en passant par le jaune et en retournant vers le rouge) est encore mal comprise et les paramètres fondamentaux qui caractérisent Canopus tels que son diamètre ou sa température doivent être connus avec une précision meilleure que celle existant actuellement afin de pouvoir affiner les modèles explicatifs.

C'est en utilisant l'instrument AMBER installé sur le VLTI de l'European Southern Observatory au Chili que les chercheurs sont parvenus à déterminer avec une précision inégalée le rayon de Canopus : plus de 71 rayons solaires !

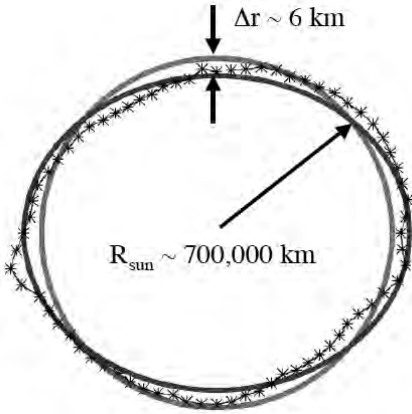


L'image synthétisée de la face visible de Canopus comportant une seule tache (image de droite) a été obtenue à partir du modèle pour lequel les valeurs (en gris) suivent les données interférométriques mesurées par l'instrument AMBER sur le VLTI.

© Philippe Bendjoya ; Laboratoire Fizeau (CNRS-INSU, OCA, UNS)

Élément inattendu, les observations effectuées sur Canopus ont permis aux astronomes de révéler la présence de taches sur la surface visible de l'étoile (photosphère). La taille de ces taches semble être de l'ordre du tiers de son diamètre, soit plus de 20 diamètres solaires ! Les modèles existants prévoyaient bien l'existence de telles cellules de convection dues au bouillonnement intense qui agite la surface de l'étoile, mais 3 à 4 fois plus petites. La détection d'une telle tache de granulation à la surface de Canopus fournit ainsi une contrainte observationnelle essentielle à l'élaboration de modèles explicatifs de la photosphère des supergéantes.

La technique utilisée ici montre que le VLTI semble désormais capable de reconstruire des images à partir de données interférométriques acquises par un réseau de télescopes, à l'instar par exemple de l'interféromètre CHARA situé en Californie. De quoi ouvrir des perspectives passionnantes pour l'étude de la convection à la surface des étoiles grâce à des images fournissant des détails jusqu'alors inaccessibles.



Soleil

La forme du Soleil a été mesurée avec grande précision par le satellite RHESSI de la NASA. Ces données indiquent que la rotation de l'intérieur de l'étoile ne peut pas être beaucoup plus rapide que celle des couches superficielles. Elles sont en accord avec l'explication par la Relativité Générale des perturbations de l'orbite de Mercure. Elles ouvrent aussi des perspectives sur l'analyse des « modes-g » d'oscillation du Soleil et de sa structure interne.

Les irrégularités de surface du Soleil sont ici accentuées 10 000 fois. L'ellipse est la forme moyennée sur trois mois. La courbe plus irrégulière est une moyenne sur dix jours seulement, montrant des ondulations réelles dues aux champs magnétiques intenses au voisinage de taches.

(© NASA)

LHC : c'est parti !

Le premier faisceau de protons, injecté le 10 septembre, a réussi avec brio à parcourir les 27 kilomètres de l'accélérateur le plus puissant du monde à 10 h 28, marquant ainsi la transition vers une nouvelle ère de découvertes scientifiques qui se prépare depuis plus de vingt ans.

Démarrer l'exploitation d'un nouvel accélérateur de particules ne se résume pas à enclencher un interrupteur. En effet, il faut faire fonctionner harmonieusement des milliers d'éléments, les synchroniser à un milliardième de seconde près et faire entrer en collision des faisceaux plus fins qu'un cheveu. Le succès de l'expérience prére-

Le tunnel où les protons circulent à 99.999999% de la vitesse de la lumière.
(© CERN)



sente l'accomplissement de la première de ces étapes. Au cours des semaines suivantes et au fur et à mesure que les opérateurs du LHC gagneront en expérience et en maîtrise de cette nouvelle machine, les systèmes d'accélération seront mis en marche et les faisceaux seront amenés à entrer en collision pour permettre au programme de recherche de démarrer.

« Le LHC est une machine à faire des découvertes, a déclaré Robert Aymar, Directeur général du CERN ; son programme de recherche, poursuivant une tradition de curiosité humaine aussi ancienne que l'humanité elle-même, pourrait produire des résultats qui changeront radicalement notre vision de l'univers ».

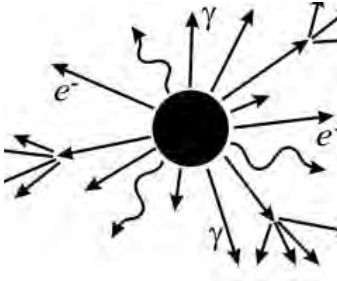
Les expériences qui seront réalisées au LHC permettront aux physiciens de mener à son terme une aventure commencée avec Newton et sa description de la gravité. La gravité agit sur la masse mais, à ce jour, la science n'est pas en mesure d'expliquer

le mécanisme produisant cette masse. Les expériences menées au LHC fourniront la réponse à cette question. Elles tenteront aussi de dissiper le mystère qui entoure la matière noire de l'univers : la matière visible semble ne représenter que 5 % de ce qui doit exister et environ un quart serait de la matière noire. Elles tenteront d'expliquer pourquoi la nature préfère la matière à l'antimatière et sonderont la matière telle qu'elle se présentait au tout début du temps.

Malheureusement, quelques jours après ce démarrage en fanfare, une forte fuite d'hélium dans le secteur 3-4 du tunnel s'est produite, probablement à cause d'une connexion électrique défectueuse entre deux aimants de l'accélérateur. Pour pouvoir établir les circonstances exactes de la panne, il faudra ramener le secteur touché à température ambiante, puis ouvrir et inspecter les aimants concernés.

Vue aérienne avec le tracé du LHC





Un micro-trou noir crée par le LHC s'évaporerait immédiatement suite au rayonnement de Hawking.

L'investigation en cours et les réparations à effectuer excluent une remise en marche avant l'arrêt obligé pour la période de maintenance d'hiver de l'ensemble des installations du CERN. Le redémarrage du complexe d'accélérateurs du CERN est prévu comme chaque année pour le début du printemps 2009, suivi par l'injection de faisceaux dans le LHC.

Hubble trouve un astre étrange

Un objet apparu pendant quelques mois dans le Bouvier plonge les astronomes dans la perplexité totale. Ses caractéristiques - courbe de lumière, spectre - ne correspondent à rien de connu.

L'objet est apparu au milieu de nulle part alors que le HST étudiait un amas de galaxies. En un peu plus de trois mois son éclat a augmenté d'au moins 120 fois jusqu'à la magnitude 21, puis il est redescendu en un temps comparable sous le seuil de visibilité des détecteurs, la magnitude 26. On ne sait donc pas l'ampleur exacte de la variation.

Son spectre est indéchiffrable avec cinq bandes d'absorption entre 4 100 et 6 500 angstroms et un continu informe au-delà. Les variations ne correspondent à rien de catalogué.

La parallaxe est trop petite pour être mesurée, ce qui place l'objet à plus de 130 années-lumière. D'autre part, l'absence de raies d'absorption de l'hydrogène indique une distance de moins de 11 milliards d'années-lumière, ce qui laisse une certaine marge.

L'objet mystérieux est apparu au milieu de nulle part.
(© K. Barbary et al.)

